

19 REPUBLIC OF FRANCE
NATIONAL INSTITUTE OF
INDUSTRIAL PROPERTY

11 Publication no: 2,728,982
(use only for ordering reprints)

21 National registration no: 94 15894

PARIS

51 Int. Cl. G 06 F 17/00G 06 F 159:00

THIS PAGE CANCELS AND REPLACES THE PRECEDING ONE

12

APPLICATION FOR PATENT OF INVENTION

A1

22 Filing date: 12-29-94

30 Priority

43 Date of public access to application: 7-5-96 Bulletin 96/27

56 List of documents cited in the preliminary search report: *See end of this document.*

60 References to other related French document:

71 Applicant(s): JEAN MARC ROBIN - FR and CLAUDE GAUDEAU - FR.

72 Inventor(s): JEAN MARC ROBIN and CLAUDE GAUDEAU

73 Assignee(s):

74 Agent:

54 AUTOMATIC RECOGNITION OF CHARACTERISTIC FACIAL FEATURES
AND SIMULATION OF AN ESTHETIC IMAGE FROM A REAL OBJECTIVE
(FACE)

57 Process and device using a computer system to simulate an esthetic image
from a real face.

The computer system first scans the digital color photograph of the face in
question, then determines, in the image obtained, the fine characteristic features and

Best Available Copy

modifies them based on decision criteria established in the data base of rules of an expert system.

Applications in makeup artistry, plastic surgery, repair, dermatology, hair styling and hair artistry, fitting eyeglasses, security, digital photography, photographic retouching, and morphopsychology.

AUTOMATIC RECOGNITION OF CHARACTERISTIC FACIAL FEATURES AND SIMULATION OF AN ESTHETIC IMAGE FROM A REAL OBJECTIVE (FACE)

This invention concerns a computer system which will automatically simulate an esthetic image of a real objective (face) by recognition of characteristic facial features.

The cosmetic field uses numerous devices for manual design and color manipulation. These devices make it possible to modify the initial image of a face and to manually deduce a perfectly esthetic image of it. However, this procedure is always slow and is sometimes unpredictable.

The present invention pertains to a process and a device permitting the automatic esthetic simulation of an initial objective, such as a face, by computer.

The computer system in question is installed in a cubicle or a console. Essentially, it comprises a computer with a 420 MB hard drive, a CD ROM reader, a digital photography device, and an expert system, equipped with a data base and run by an inference engine, i.e., a powerful deductive system independent of the data base. This expert system is class zero plus (0+).

Therefore, this invention concerns a process and a device permitting automatic simulation of an ideal image from a real image of an objective, such as a face, characterized in that the real image captured by a digital photographic device in color is segmented, then characterized in that the fine characteristic features of this image are determined by recognition of forms, textures, and outline, and finally characterized in that some of these features are modified as a function of the decision criteria of an expert system with a recognition data base enhanced by several thousand combinations and harmonies.

The color image is captured in a few seconds with an ION digital photographic device or with a video camera with its digital acquisition card, under appropriate lighting with spotlights. From this segmented image, the process and device of the invention will simulate the ideal esthetic image.

The process consists essentially of three phases:

- An acquisition phase: the forms and outlines of a digitized photographic image are analyzed and recognized with the use of techniques based on deductive logic

- A transformation phase leading to the modification of the fine characteristic features of the initial image based on decision criteria in a data base of rules of the expert system interfaced with segmentation and form recognition tools.

- A reconstruction phase offering the desired esthetic simulation on a large screen and/or on A4 paper.

During the first phase, the image processing software will coordinate several successive operations.

In the first step, it detects and recognizes outlines. To do this, it uses histograms of 256 colors or 256 equivalent shades of gray corresponding to each elementary segment of the image. By following two preferred directions (e.g., vertical and horizontal), it determines the points where the histograms show discontinuity or where the smallest and largest areas are. To make optimum use of the method, we determine the derivatives of variance and the average and coefficient of variation of the shades of gray of each image line. This is how the image takes shape. For example, these operators can define not only the shape of a face, but also the shape of the characteristic features of that face (eyes,

nose, eyelashes, eyelids, cheekbones, mouth, etc.). Outline tracking robots are used for this purpose.

In this way, objects against a background can be readily isolated. The regions of interest in the image are defined. In the present invention, this binary operation can be carried out automatically by looking for the smallest points of the histograms in the shades of gray following the preferred directions.

The second step following form recognition is recognition and analysis of skin textures.

Specifically, the degree of entropy of the skin's texture is evaluated; this takes into account the degree of organization or disorder of the tissue as well as the presence or absence of spatially repeated motifs.

It is also possible to pick up the presence of cutaneous dislocations corresponding to scars and rosacea, which may appear on the image.

Finally, this first phase comprises determination of the structural effects, which includes a more general evaluation of the degree of homeomorphism of tissues, symmetry of the image, and particularly degree of orthogonal symmetry when the object examined is a face (chilarity).

In all these processes, the quality of the image can be improved by elimination or attenuation of noise.

Noise corresponds to random fluctuations and parasitic information, particularly caused by lighting.

These noises are present in the form of pixels isolated from pixels in the neighborhood. In addition, these isolated pixels are not spatially correlated.

These noises can be eliminated:

-on the one hand, by “erosion,” which eliminates the points outside the shape (for example, elimination of points on a white background)

-on the other hand, by “dilation,” which makes it possible to eliminate the “holes” that appear in the shapes.

These transformations may be contextual, i.e., the parameters of the operators may vary as a function of the environment or of a position in relation to the framework of the image or in relation to previously detected characteristic shapes.

These noises can be attenuated by using filters on the image.

The filters are classified into two categories:

1. Integration filters, which attenuate noise
2. Differentiation filters, which reinforce contrast.

As needed, these filters are applied locally or to the entire image, and they might have to account for the local context of the image by taking into account its statistical properties.

As needed, these filters are used for binary operations in shades of gray, or they may operate in 256 colors. In all cases, the application of these filters requires effective management of intermediate caches.

During transformation of the original image, the process determines the gender of the face (male or female), and determines whether it is a child, adolescent, adult, or

elderly person. It then makes esthetic changes based on its program. Some peculiar characteristics of the initial face are improved.

Thus, for example, small wrinkles, dark circles, crows' feet, blotches, acne, and rosacea are softened considerably. More generally, the characteristic features of the face are modified based on decisions of the expert system.

During this transformation phase, the software analyzes the dominant colors that appear in the various regions of the face (color of the lips, eyes, and dominant shade of the skin, etc.) and, if necessary, makes cosmetic improvements. If the data necessary for inferences of the expert system are incomplete or uncertain, the use of fuzzy logic makes it possible to weight the premises of the rules and the rules themselves so that inferences can be made even in the presence of incomplete or imprecise data. In this way, cosmetic choices can be made even in the absence of exact data.

During the decision phase, this esthetic image wearing make-up will be present as the simulation of the ideal image.

The reconstruction phase is expressed first as the display, in 256 colors, on the high-definition color screen, of the progressively transformed image, then as the printing of a photograph in 256 shades of gray with a laser or ink-jet printer on A4 paper, and by the text of the information sheet "beauty care or passport to beauty." When the process is applied to the face, each part of the face that has been enhanced is documented by scientific and esthetic commentary with the description of the product to be used. Finally, a second photograph is printed in 156 colors on A4 a few minutes later with a heat sublimation, laser, or ink-jet printer incorporated into the unit, revealing the subject's new simulated face.

The simulated image and the corresponding information are recorded by a digital optical scanner that is part of the unit. The care instruction sheet and the final color photograph are printed up in the customer's presence.

When the process is applied to the human face, the expert system can simulate different make-up styles as needed.

Thus it is possible to create make-up suitable for a party, an evening out, the workplace, or even a day at the beach, etc.

The expert system can simulate and check the effects of a skin care program, if needed.

The process used in this invention can be better understood with reference to the description of a simplified example pertaining to a female face shown in 4 figures, in which:

Figure 1 represents the image of a female face to be modified

Figure 2 represents a photograph of the same face computerized in 256 shades of gray or in 256 colors

Figure 3 shows in dark gray the portions of the image undergoing a first treatment

Figure 4 represents the face as modified by the process of this invention, registered under the name MAGIC LIGHT.

Figure 1 is the image of a female face to be modified. To digitize this image, we replace it with another image obtained by the 256-color digital camera.

Figure 2 represents the image of this female face obtained digitally, made up of elementary segments, each characterized by a histogram specifying, for this elementary segment, the level of each of the 256 colors.

The forms of this face can then be analyzed and recognized. Two preferred directions are then chosen, such as the straight lines (V) and (H) of Figure (3).

Following these preferred directions, we determine the points such as (V; H1) where the histograms show discontinuity corresponding to the edge of the hair casting a shadow on the face. We also find all the points such as (V1; H2) or (V1; H5) where the histograms pass through the smallest areas.

When the lines V and H are moved along the image of the face, this defines the continuous lines representing the shape of the various elements of the face.

Skin textures can now be recognized and analyzed by an examination of the histograms of the points picked up in directions such as H2, H3, ... H7.

After we have determined the forms and the nature of the skin textures of this image, we can go on to the transformation phase. The software will then analyze the dominant colors that show up in certain parts of the face. In this case, the software analyzes the color of the eyes, the eyelashes, the eyelids, the eyebrows, and then the color of the lips. These extracts are then modified based on the decision of the expert system.

Figure 3 illustrates these operations. Having defined the elements to be modified (eyelids, eyelashes, eyebrows) we then extract the outlines of these elements so that they appear in dark gray or white on the image. Then all the pixels of these zones are entered into the memory to modify their color and create the desired make-up.

Figure 4 corresponds to the reconstruction phase, during which the fine characteristic features of the initial image have been transformed to yield an esthetic image with make-up.

Thus, we can see that the elements extracted from the image (Figure 3) have been replaced by new elements: the eyelids and the base of the eyebrows have been made lighter and outlined in blue; the eyelashes have been made up.

The reconstruction operation has been carried out by modifying the color of the lips and their shape. This image reveals the new simulated face to the customer.

Obviously, this process and this device can be applied to simulation of an esthetic image of a face from a simple black-and-white or color photograph. By using a high-definition scanner to digitize the photograph, we can create photographic portraits of a subject using hair styling and make-up techniques to improve the esthetics of the face, to soften or correct certain anatomical defects, and to change skin color (tanning). In this case, the data base corresponding to esthetic simulation of the face is supplemented by a collection of esthetic rules pertaining to make-up, hair styling, hair care techniques, skin texture, and/or plastic surgery. This makes it possible to treat the face and the hair of a subject simultaneously to produce and reconstruct a new enhanced and ideal image.

Applications

It is clear that this system is suitable for multiple applications by enrichment of the data base used by the expert system, by the use of the specific data of the application in question.

Eyeglass fittings

The optometrist can use the device according to the invention to choose the most flattering eyeglass frames or tinted lenses on a face.

As this application can be made directly with the system according to the invention, application of the technique of eyeglass fitting or application with optical instruments can be included directly in the facial processing.

The data base corresponding to esthetic simulation of the face is supplemented by a collection of esthetic rules pertaining to eyeglass frames and optical instruments (tinted lenses, etc.), so that it is possible simultaneously to process the face and to try on different eyeglass frames adequately or to try various tinted lenses on the face.

Security

The system according to the invention permitting certain recognition of a known person can be used to control an opening system. The data based is expanded with information corresponding to all the characteristic features of one or more known faces, allowing for certain recognition of the face of an authorized person.

The system according to the invention also permits recognition of a face that is partly or totally masked by fabric, and to compare it with a data base of characteristic facial features, regardless of its orientation. A system for reconstructing 3D images from 2D images of unknown orientation allows reconstruction of the facies front and profile. Another data base is associated with this one, and it contains individual faces which will allow their comparison with the front and profile of the reconstructed facies.

Digital photography

When a photograph is taken in a digital photography cubicle, the system according to the invention makes it possible to improve the esthetics and enhance the

image of a subject. The data base corresponding to the esthetic simulation of the face is supplemented by a collection of esthetic rules pertaining to make-up, hair styling, hair care techniques, and skin texture, thus permitting simultaneous treatment of the face and the hair of a subject to edit photographs to be enhanced for the customer.

Photograph processing

The system according to the invention allows a standard black-and-white or color photograph of a subject's face to be retouched and esthetically improved after it is scanned by a digitizing device. The data base corresponding to the esthetic simulation of the face is supplemented by a collection of esthetic rules pertaining to make-up, hair styling, hair care, and skin texture, thus allowing the face and hair of a subject to be treated simultaneously to edit enhanced photographs.

Repair technique

From the existing anatomy of the body to be treated, it is possible to visualize the modifications to be made (elimination of abdominal fat, building of abdominal muscles, etc.) such that the data base of the expert system is expanded with rules pertaining to all the techniques of physical culture, diets, and various methods of body building.

Dermatology

The use of an expert system for treating a color picture of the skin allows for new development by quantifying and qualifying the condition of the skin using texture analysis and color distribution.

In particular, the system of acquisition and treatment of images associated with an expert system makes it possible to create a diagnostic aid and to suggest the nature of the treatment to be performed (ointment, etc.).

The device also allows the dermatologist to assess the course of the disease more readily and to observe color changes in pre-cancerous skin lesions, nevi, scar formation, decubitus ulcers, vasomotor disorders, conditions affecting the mucosa, etc.

The data base of the expert system is expanded with information corresponding to a number of conditions, accompanied by examples of treatments suggesting the nature of the treatment to be offered.

Plastic surgery

Aside from the existing anatomy of the body or face to be treated, it is possible to visualize the modifications to be made, such as lifting, correcting the shape of the nose, transformation of the jawbone, correction of a cleft lip, or correction of saddlebag thighs, etc. The data base of the expert system is expanded with rules pertaining to anatomy.

The software simulates the modifications to be made, as well as the future appearance of the face or body part to be treated.

After healing has occurred, the latter image should be compared to the result obtained, to see whether additional corrections are indicated.

Hair styling and hair care techniques

The device according to the invention allows for a more effective esthetic choice by facilitating the placement of different types of hair styles and different hair colors.

The hair care technique can be directly included in the treatment of the face.

The data base of the expert system corresponding to esthetic simulation of the face is supplemented with a collection of esthetic rules pertaining to hair styling and hair color, allowing the face and hair of a subject to be treated simultaneously.

Morphopsychology

The device according to the invention makes it possible to observe and "read" a face in detail: the wrinkles and lines, the balance between the upper and lower part, the size and shape of the nose, the earlobes and corners of the mouth, etc., to reveal and determine the personality of an individual.

This application can be made directly with the system according to the invention.

The data base of the expert system is expanded with a set of techniques corresponding to the observation of faces supplemented with information from psychiatrists, psychologists, and anatomists in this field.

CLAIMS

1. Process for simulation of an ideal esthetic image from a color digital photographic image of a real face, characterized in that, after the image is segmented, in a first phase of acquisition, the characteristic fine features of the face and its skin structure are determined, then in the transformation phase, the characteristic features of the initial image are esthetically improved, and some colors of the skin structure are modified, depending on selection criteria, determined by a class zero + expert system, run by an inference engine supported by a data base expanded with several thousand combinations of forms and color harmonies.

2. Process according to Claim (1), characterized in that, after the histograms of the color shades of the facial segments are determined, the program of the expert system recognizes the facial structures by searching in two preferred directions for the areas of discontinuity of the histograms of the color shades.

3. Process according to Claims (1) and (2), characterized in that the recognition of the outlines and the image is obtained by analysis of the colors or equivalent shades of gray corresponding to each elementary segment of the image.

4. Device for electronic simulation of an esthetic image according to Claim (1), comprising a computer system housed in a cubicle or console, at least one color digital photography device with spotlights, a color screen, at least one printer, and an optical scanner, characterized in that the computer system which treats the image comprises a computer with a hard drive capacity of at least 420 MB, combined with a CD ROM disk reader, and in that the color digital photographic devices make it possible to obtain, in a first phase, a real digital photograph in 256 colors of the original real image, while the

esthetic image transformed by the decision criteria of the zero + expert system is displayed on a high-definition color screen.

5. Devices according to claim (5), characterized in that, after display of the transformed image on a color screen, the ink jet printer provides a photograph with 256 shades of gray, then a second thermal sublimation, ink jet, or laser printer prints a second photograph in 256 colors on A4 paper.

— 6. Process and device for simulating an image according to Claims (5) and (6), applied to plastic surgery, in the form of lifting, correcting the shape of the nose, or correcting saddlebag thighs, characterized in that the data base combined with the expert system is expanded with rules pertaining to the anatomy and the appropriate surgical technique. —

REPUBLIC OF FRANCE

2728982

PRELIMINARY SEARCH REPORT

National registration
no.

NATIONAL INSTITUTE OF
INDUSTRIAL PROPERTY

(established based on the last claims filed
prior to the search)

FA 512586
FR 9415894

DOCUMENTS CONSIDERED PERTINENT

Category Citation of document with indication, if applicable, Claims concerned
 of the pertinent parts

A US-A-4,276,570 (BURSON et al.) 1, 2, 4, 5
 column 2, line 43 – line 64

A EP-A-0,226,959 (Horikita, Tsukasa) 1, 4, 5
 page 4, line 31 – line 38
 page 4, line 57 – page 5, line 10

A PATENT ABSTRACTS OF JAPAN 1-3
 vol. 17, no. 326 (P-1560), June 21, 1993
 & JP-A-05 046 827, (MIKI KK), February,
 1993. Abstract

A PATTERN RECOGNITION 1. 2
 vol. 26, no. 12, December 1993, UK
 pages 1739 – 1755
 Chow, G. & Kiaobo, Li "Towards a System for
 Automatic Facial Feature Detection"
 page 1741, paragraph 2.1
 page 1742, paragraph 3.1

TECHNICAL
AREAS SEARCHED

G 06 T

Search completion date: August 17, 1995 Examiner: O. Gonzalez Ordonez

CATEGORY OF DOCUMENTS CITED:

- X: particularly pertinent by itself
 - Y: particularly pertinent in combination with another document of the same category
 - A: technical background
 - O: non-written disclosure
 - P: intercalary document
 - T: theory or principle on which the invention is based
 - E: patent document with a date prior to the filing date, not published until this filing date or until a later date
 - D: cited in the application
 - L: cited for other reasons
- &: member of the same family, corresponding document

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 728 982

②① N° d'enregistrement national :

94 15894

⑤① Int Cl⁸ : G 06 F 17/00 G 06 F 159:00

CETTE PAGE ANNULE ET REMPLACE LA PRECEDENTE

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 29.12.94.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la
demande : 05.07.96 Bulletin 96/27.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule.*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : *ROBIN JEAN MARC — FR et
GAUDEAU CLAUDE — FR.*

⑦② Inventeur(s) : *ROBIN JEAN MARC et GAUDEAU
CLAUDE.*

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire :

⑤④ RECONNAISSANCE AUTOMATIQUE DES TRAITS CARACTERISTIQUES DU VISAGE ET SIMULATION D'UNE
IMAGE ESTHETIQUE D'UN OBJECTIF (VISAGE) REEL.

⑤⑦ Procédé et dispositif mettant en oeuvre un système in-
formatique permettant de simuler une image esthétique à
partir d'un visage réel.

Le système informatique procède d'abord à la saisie de
la photographie en couleurs sous forme numérique du vi-
sage étudié, puis il détermine dans l'image obtenue les
traits caractéristiques fins et les modifie en fonction de cri-
tères de décision établies dans la base de règles d'un sys-
tème expert.

Applications en technique en maquillage, en chirurgie
plastique, en technique de remise en forme, en dermatolo-
gie, en coiffure et en techniques capillaires, en lunetterie,
en sécurité, en photographie numérique, en traitement de
photographie, en morphopsychologie.

FR 2 728 982 - A1



**RECONNAISSANCE AUTOMATIQUE DES TRAITS CARACTERISTIQUES DU
VISAGE ET SIMULATION D'UNE IMAGE ESTHETIQUE D'UN OBJECTIF
(VISAGE) REEL**

La présente invention concerne un système informatique permettant de simuler automatiquement une image esthétique d'un objectif (visage) réel par la reconnaissance des traits caractéristiques du visage.

On sait qu'il existe dans la cosmétique, un certain nombre d'équipements de dessin et de coloriage manuels. Ces équipements permettent de modifier l'image initiale d'un visage et d'en déduire par voie manuelle une image parfaitement esthétique. Mais ce procédé est toujours lent et parfois aléatoire.

La présente invention concerne donc un procédé et un dispositif permettant de réaliser automatiquement par voie informatique, la simulation esthétique d'un objectif initial, un visage par exemple.

Le système informatique mis en oeuvre est installé dans une cabine ou une console. Il comporte essentiellement un ordinateur possédant un disque dur de 420 Mo, un lecteur de CD ROM, un appareil photographique numérique et un système expert, muni d'une base de données et animé par un moteur d'inférence, c'est à dire par un puissant système déductif indépendant de la base de données. Ce système expert utilisé est de la classe zéro plus (0+).

La présente invention concerne donc un procédé et un dispositif permettant de simuler par un processus automatique une image idéale, à partir de l'image réelle d'un objectif, un visage par exemple, caractérisée en ce que l'image réelle capturée par un appareil photographique numérique en couleurs est segmentée, puis en ce que l'on détermine les traits caractéristiques fins de cette image par une reconnaissance de formes, de textures et de contour et enfin ce que l'on modifie certains de ces traits en fonction de critères de décision d'un système expert doté d'une base de connaissance enrichie de plusieurs milliers de combinaisons et d'harmonies.

La capture de l'image en couleurs est obtenue en quelques secondes au moyen d'un appareil photographique numérique du type ION ou d'une caméra vidéo avec sa carte d'acquisition numérique, sous un éclairage approprié issu de spots lumineux. C'est à partir de cette image, segmentée au préalable, que le procédé et le dispositif selon l'invention vont permettre de simuler l'image esthétique idéale.

Le procédé comprend essentiellement trois phases :

- Une phase d'acquisition : on procède à l'analyse et à la reconnaissance des formes et des contours d'une image photographique numérisée en mettant en oeuvre des techniques caractérisées par le recours d'une logique déductive.
- Une phase de transformation conduisant à la modification des traits caractéristiques fins de l'image initiale en fonction des critères de décision établis dans une base de règles du système expert interfacé avec les outils de segmentation et de reconnaissance des formes.
- Une phase de restitution offrant sur un grand écran et (ou) sur du papier de format A4 la simulation esthétique recherchée.

Au cours de la première phase, le logiciel du traitement de l'image va coordonner plusieurs opérations successives

Dans un premier temps, il procède à la détection et à la reconnaissance des contours. A cette fin, on considère les histogrammes des 256 niveaux de couleurs ou des 256 niveaux de gris équivalents correspondant à chaque segment élémentaire de l'image. En suivant deux directions privilégiées (verticale et horizontale par exemple) il détermine les points où les histogrammes subissent une discontinuité ou bien passent par des minima ou des maxima de manière à optimiser la méthode on déterminera les dérivées de la variance, la moyenne et le coefficient de variation des niveaux de gris de chaque ligne d'image. On arrive ainsi à préciser les formes de l'image. Ainsi par exemple, avec un visage ces opérateurs permettent de définir non seulement sa forme mais également la forme des traits caractéristiques du visage (yeux, nez, cils, paupières, pommettes, bouches...). On utilise à cette fin des automates suiveurs de contour.

On peut ainsi isoler facilement les objets par rapport au fond. On délimite ainsi les régions d'intérêt de l'image. Dans le cas présent cette binarisation peut être opérée de façon automatique par la recherche des minima des histogrammes des niveaux de gris suivant des directions privilégiées.

- La reconnaissance et l'analyse des textures cutanées suit dans un deuxième temps la reconnaissance des formes.

On procède notamment à l'évaluation du degré d'entropie de la texture de la peau qui tient compte de l'importance de l'organisation ou du désordre de ce tissu ainsi que de l'existence ou de l'absence de motifs spatialement répétitifs.

On relève également la présence de dislocations cutanées correspondant à des cicatrices, à des traces de couperose, susceptibles d'apparaître sur l'image.

- Cette première phase comporte enfin une détermination des effets structuraux au cours de laquelle on évalue d'une manière plus générale le degré d'homéomorphisme des tissus, le degré de symétrie de l'image et plus particulièrement le degré de symétrie orthogonale lorsque l'objet examiné est un visage (chiarité).

Dans tous ces traitements la qualité de l'image peut être améliorée par l'élimination ou par l'atténuation des bruits.

Les bruits correspondent à des fluctuations aléatoires et à des informations parasites provoquées notamment par l'éclairage.

Ces bruits se présentent sous forme de pixels isolés des pixels du voisinage. De plus, ces pixels isolés ne sont pas spatialement corrélés.

On obtient l'élimination de ces bruits :

- d'une part, par "l'érosion" qui permet d'éliminer des points extérieurs aux formes (exemple, l'élimination de points sur fond blanc).
- d'autre part, par la "dilatation" qui permet d'éliminer les "trous" apparaissant dans les formes.

Ces transformations peuvent être contextuelles, c'est-à-dire que les paramètres des opérateurs sont susceptibles de varier en fonction d'un environnement ou d'une position par rapport au cadre de l'image ou par rapport à des formes caractéristiques préalablement détectées.

On atténue l'importance de ces bruits en appliquant des filtres sur l'image.

Il y a lieu de classer les filtres en deux catégories.

1. Les filtres opérateurs d'intégration susceptibles d'atténuer les bruits.
2. Les filtres opérateurs de différenciation susceptibles, au contraire, de renforcer le contraste.

Suivant le cas, ces filtres sont appliqués localement ou globalement sur l'image et ils doivent éventuellement tenir compte du contexte local de l'image en prenant en compte ses propriétés statistiques.

Suivant le cas, ces filtres sont destinés à des opérations effectuées en binaire en niveaux de gris, soit au contraire à opérer en 256 couleurs. Dans tous les cas l'application de ces filtres demande une gestion efficace des "caches" intermédiaires.

Au cours de la phase de transformation de l'image originale, le procédé détermine à quel sexe appartient le visage (masculin ou féminin), si il est de type enfant, adolescent, adulte, ou vieillard, ensuite apporte des améliorations de caractère esthétique en fonction de son programme de soins. Certaines particularités du visage initial sont améliorées.

Ainsi, par exemple, les petites rides, les cernes, les "pattes d'oies", les taches de rousseur, l'acné et la couperose sont fortement estompées. D'une façon plus générale, les traits caractéristiques du visage sont modifiés en fonction de décisions de la base du système expert.

Au cours de cette phase de transformation, le logiciel analyse les couleurs dominantes qui apparaissent dans les différentes régions du visage (couleur des lèvres, des yeux, teint dominant de la peau par exemple etc.) et apporte, si cela s'avère nécessaire des améliorations de caractère cosmétique. Dans le cas où des données nécessaires aux inférences du système expert peuvent être incomplète ou incertaines, l'utilisation de la logique floue permet de pondérer les prémisses des règles et les règles elles-mêmes de manière à pouvoir inférer même en présence de données incomplètes ou imprécises. Des choix cosmétiques pourront être ainsi effectués même si on ne dispose pas avec précision de toutes les données nécessaires.

Au cours de la phase de décision, c'est cette image esthétique et maquillée qui va être présentée comme la simulation de l'image idéale.

La phase de restitution se traduit d'abord par l'affichage, en 256 couleurs, sur écran couleur haute définition de l'image progressivement transformée, ensuite par l'impression d'une photographie en 256 niveaux de gris grâce à une imprimante à jet d'encre ou laser, dans un format A4, et par l'édition de la feuille d'information: "soins et beauté ou passeport beauté". Dans l'application du procédé au visage, chaque partie du visage qui a subi des soins est directement renseignée par un commentaire scientifique et esthétique avec la description du produit à utiliser. Enfin, l'impression d'une seconde photographie en 256 couleurs de format A4 est éditée quelques minutes plus tard, grâce à une imprimante à sublimation thermique, jet d'encre ou laser, incorporée dans l'installation, révélant ainsi son nouveau visage simulé au sujet examiné.

L'image simulée et les informations correspondantes sont enregistrées au moyen d'un lecteur enregistreur de carte optique numérique faisant partie de l'installation. La feuille de soins et la photographie définitive en couleurs sont éditées devant la ou le client.

Toujours dans l'application du procédé au visage humain, le système expert est en mesure de simuler à la demande, des styles de maquillage adaptés aux circonstances.

On peut ainsi réaliser le maquillage le mieux adapté à une fête, une soirée, soit au travail ou même au séjour au bord de mer etc.

Le système expert est en mesure de simuler à la demande, et de vérifier les effets d'un programme de soins de peau.

Le procédé mis en oeuvre dans la présente invention sera mieux compris en se reportant à la description d'un exemple simplifié concernant un visage de femme décrit en référence à 4 figures dans lesquelles,

la figure 1 représente l'image d'un visage de femme à modifier.

La figure 2 représente une photographie du même visage sous forme informatique en 256 niveaux de gris ou 256 couleurs.

la figure 3 fait apparaître en gris foncé, les portions de l'image soumises à un premier traitement.

La figure 4 représente le visage modifié par le procédé de la présente invention, déposé sous le nom MAGIC LUMIERE.

La figure 1 est l'image du visage de femme à modifier. Pour pouvoir procéder au traitement informatique de l'image, on substitue à cette image, une autre image obtenue au moyen d'un appareil photographique numérique en 256 couleurs.

La figure 2 représente l'image de ce visage de femme ainsi obtenu sous forme informatique, formé de segments élémentaires, caractérisé chacun par un histogramme précisant pour ce segment élémentaire le niveau de chacune des 256 couleurs.

Il est alors possible de procéder à l'analyse et à la reconnaissance des formes de ce visage. On choisit alors deux directions privilégiées telles que les droites (V) et (H) de la figure (3).

En suivant ces directions privilégiées, on détermine les points tels que (V; H1) où les histogrammes subissent une discontinuité correspondant à la limite de la chevelure sombre du visage étudié. On révélera également tous les points tel que (V1; H2) ou (V1; H5) où les histogrammes passent par des minima.

En déplaçant les lignes V et H le long de l'image du visage, on définit des lignes continues représentant la forme des différents éléments du visage.

On est alors en mesure de procéder à la reconnaissance et à l'analyse des textures cutanées en examinant par exemple les histogrammes des points relevés suivant les directions telles que H2, H3, ..., H7.

Ayant déterminé les formes et la nature des textures cutanées de cette image, on est en mesure de passer à la phase de transformation. Le logiciel va alors analyser les couleurs dominantes qui ont été mises en évidence sur certaines parties du visage. Dans ce cas présent, le logiciel analyse la couleur des yeux, des cils, des paupières, des sourcils, puis la coloration des lèvres. Ces extraits sont alors modifiés en fonction des décisions du système expert.

La figure 3 illustre ces opérations. Ayant défini les éléments à modifier (paupières, cils, sourcils), on procède à l'extraction des contours de ces éléments. De sorte que ceux-ci apparaissent en gris foncé ou blanc sur l'image. On met donc en mémoire tous les pixels de ces zones pour modifier leur couleur et réaliser le maquillage recherché.

La figure 4 correspond à la phase de restitution au cours de laquelle les traits caractéristiques fins de l'image initiale ont été transformés pour donner une image esthétique et maquillée.

Ainsi, on note que les éléments extraits de l'image (figure 3) ont été remplacés par des éléments nouveaux : les paupières et la base des sourcils ont été rendus plus clair et soulignés de bleu; les cils ont été maquillés.

L'opération de restitution s'est poursuivie en modifiant le rouge des lèvres et leur contour. C'est cette image qui révèle son nouveau visage simulé à la cliente.

On peut évidemment appliquer ce procédé et ce dispositif à la simulation d'une image esthétique d'un visage, à partir d'une simple photographie noir et blanc ou couleurs, permettant d'effectuer, à partir de la numérisation de cette photographie par un scanner de haute définition, des portraits photographiques d'un sujet en améliorant l'esthétique de ce visage par des techniques capillaires et de maquillage, l'estompage ou la rectification de certains défauts anatomiques, le changement de la couleur cutanée (bronzage), dans ce cas la base de données correspondant à la simulation esthétique du visage est complétée par une collection de règles d'esthétique concernant le maquillage, la coiffure, les techniques capillaires, la texture de la peau, et/ou la chirurgie plastique permettant ainsi de traiter simultanément le visage et la partie capillaire d'un sujet pour éditer et restituer une nouvelle image valorisante et idéale.

Les applications

On conçoit facilement que ce système peut recevoir de très nombreuses applications en enrichissant la base de données utilisée par le système expert en mettant en oeuvre des données spécifiques de l'application concernée :

En lunetterie

Le dispositif selon l'invention permet, à l'opticien lunetier, d'aider à faire le choix d'une meilleure esthétique en facilitant la superposition de différentes montures de lunettes ou de différentes lentilles de couleurs sur un visage.

Cette application pouvant être mise en oeuvre directement avec le système conforme à l'invention, l'application à la technique de la lunetterie ou des instruments d'optiques peut être directement incluse dans le traitement du visage.

La base de données correspondant à la simulation esthétique du visage est complétée par une collection de règles d'esthétique concernant les montures de lunettes et les instruments d'optiques (lentilles de couleurs etc.) permettant ainsi de traiter simultanément le visage et de superposer différentes montures de lunettes de manière adéquate ou différentes lentilles de couleurs sur ce visage.

En sécurité

Le système selon l'invention permettant de reconnaître à coup sur le visage d'une personne connue, peut être utilisé pour commander un système d'ouverture. La base de données est enrichie d'informations correspondants à tous les traits caractéristiques d'un ou plusieurs visages connus permettant de reconnaître à coup sur le visage d'une personne dite autorisée.

Le système selon l'invention permet également de reconnaître un visage partiellement masqué ou totalement masqué par un tissu et de le comparer à une base de données de traits caractéristiques d'un visage, et ceci quelque soit son orientation. Un système de reconstruction 3D à partir d'images 2D dont l'orientation est inconnue permettant la reconstruction du faciès et sa représentation face et profil pour comparaison avec un fichier. La base de données est enrichie d'informations correspondants à tous les traits caractéristiques de visages permettant de reconstruire un faciès de face et de profil. A cette base de donnée est associée une autre base de donnée contenant des visages de personnes qui permettront leur comparaison avec le faciès reconstruit de face et de profil.

En Photographie numérique

Le système selon l'invention permet lors d'une photographie effectuée en cabine de photographie numérique d'améliorer l'esthétique et valoriser l'image d'un sujet. La base de données correspondant à la simulation esthétique du visage est complétée par une collection de règles d'esthétique concernant le maquillage, la coiffure, les techniques capillaires et la texture de la peau permettant ainsi de traiter simultanément le visage, la partie capillaire d'un sujet pour éditer des photographies valorisantes pour le client.

En traitement de photographie

Le système selon l'invention permet à partir d'une photographie du visage d'un sujet, fourni sur support photographique classique en noir et blanc ou en couleurs, après avoir été scanné par un appareil de numérisation, d'être retouché et amélioré esthétiquement. La base de données correspondant à la simulation esthétique du visage est complétée par une collection de règles d'esthétique concernant le maquillage, la coiffure, les techniques capillaires et la texture de la peau permettant ainsi de traiter simultanément le visage, la partie capillaire d'un sujet pour éditer des portraits valorisants.

En technique de remise en forme

On peut ainsi visualiser à partir de l'image de l'anatomie existante du corps à traiter, les modifications à y apporter (élimination du tissu adipeux abdominal, musculation de la paroi abdominal, etc.) de sorte que la base de données du système expert est enrichie de règles concernant l'ensemble des techniques de la culture physique, les régimes alimentaires et les différentes méthodes de musculation.

En dermatologie

L'emploi d'un système expert du traitement de l'image cutanée en couleur permet un nouveau développement en quantifiant et qualifiant l'état de la peau grâce aux analyseurs de texture et de la distribution des couleurs.

En particulier, le système d'acquisition et de traitement d'images associé à un système expert permet de réaliser un modèle d'aide au diagnostic et de suggérer la nature du traitement à effectuer (pommade ect.)

En outre, le dispositif permet au dermatologue d'apprécier plus facilement l'évolution de l'affection et de constater sans difficulté les changements de coloration des taches cutanées susceptibles de se canceriser, les naevi, les cicatrices en évolution, les escarres, les troubles vasomoteurs, les affections des muqueuses etc.

La base de données du système expert est enrichie d'informations correspondants à un ensemble d'affectations, accompagnées d'exemples des traitements permettant de suggérer la nature du traitement à effectuer.

En chirurgie plastique

On peut ainsi visualiser à partir de l'anatomie existante du corps ou du visage à traiter, les modifications à y apporter telles qu'un lifting, une rectification du nez, une transformation du maxillaire, une rectification du bec de lièvre, la disparition de la culotte de cheval etc.

La base de données du système expert est enrichie de règles concernant l'anatomie.

Le logiciel simule alors les modifications à apporter, ainsi que l'aspect futur du visage ou de la partie du corps traitée.

Après cicatrisation, cette dernière image doit être comparée au résultat obtenu afin de voir s'il y a encore lieu de procéder à quelques rectifications complémentaires.

En coiffure et en techniques capillaires

Le dispositif selon l'invention permet d'aider à faire le choix d'une meilleure esthétique en facilitant la superposition de différents types de coiffures et de différentes coloration de cheveux sur un visage. La technique capillaire peut être directement incluse dans le traitement du visage.

La base de données du système expert correspondant à la simulation esthétique du visage est complétée par une collection de règles d'esthétique concernant la coiffure et la couleur des cheveux permettant ainsi de traiter simultanément le visage et la partie capillaire d'un sujet.

En morphopsychologie

Le dispositif selon l'invention permet d'observer et de « lire » avec minutie un visage, les rides et les ridules, l'équilibre entre la partie supérieure et inférieure, la taille et la forme du nez, du lobe des oreilles et des commissures des lèvres, etc., ainsi il est possible de déceler et de déterminer la personnalité d'autrui.

Cette application pouvant être mise en oeuvre directement avec le système selon l'invention.

La base de données du système expert est enrichie d'un ensemble de techniques correspondants à l'observation des visages complété par celles des psychologues, des psychiatres et des anatomistes dans ce domaine.

REVENDECATIONS

1. Procédé de simulation de l'image esthétique idéale à partir de l'image photographique numérique en couleurs d'un visage réel, caractérisé en ce qu'après une segmentation de l'image, on procède au cours d'une première phase d'acquisition à la détermination des traits caractéristiques fins du visage et de sa structure cutanée puis au cours d'une phase de transformation, on procède d'une part à l'amélioration esthétique des traits caractéristiques de l'image initiale et d'autre part à la modification de certaines des couleurs de la structure cutanée, en fonction des critères de sélection, déterminés par un système expert de classe zéro + animé par un moteur d'inférence en s'appuyant sur une base de données enrichie de plusieurs milliers de combinaisons de formes et d'harmonies de couleurs.
2. Procédé suivant la revendication (1), caractérisé en ce qu'après avoir déterminé les histogrammes des niveaux de couleurs des segments du visage, on procède suivant le programme du système expert à une reconnaissance des structures du visage en recherchant suivant deux directions privilégiées les lieux de discontinuité des histogrammes des niveaux de couleur.
3. Procédé selon les revendications (1) et (2), caractérisé en ce que la reconnaissance des contours et de l'image est obtenue par l'analyse des couleurs ou des niveaux de gris équivalents correspondant à chaque segment élémentaire de l'image.
4. Dispositif de simulation électronique d'une image esthétique selon la revendication (1) comprenant un système informatique disposé dans une cabine ou sur une console, au moins un appareil de photographie numérique en couleurs doté de spots lumineux, un écran couleur, au moins une imprimante et enfin un lecteur enregistreur de carte optique, caractérisé en ce que le système informatique assurant le traitement de l'image comprend un ordinateur doté d'un disque dur d'une capacité égale au moins à 420 MO, associé à un lecteur de disque du type « CD ROM » et en ce que les appareils de photographie numérique en couleurs permettent d'obtenir au cours d'une première phase une photographie réelle numérique en 256 couleurs de l'image réelle d'origine, tandis que l'image esthétique transformée suivant les critères de décision du système expert zéro + est affichée sur un écran en couleurs à haute définition.
5. Dispositifs selon la revendication (5) caractérisé en ce que après l'affichage de l'image transformée sur un écran couleur, l'imprimante à jet d'encre fournit une photographie à 256 niveaux de gris, puis une deuxième imprimante à sublimation thermique, à jet d'encre ou au laser procède à l'impression d'une seconde photographie en 256 couleurs de format A4.
6. Procédé et dispositif de simulation d'une image selon les revendications (5) et (6) appliqué à la chirurgie plastique permettant à lui apporter sous forme d'un lifting, d'une rectification de nez, de la disparition de la culotte de cheval caractérisé en ce que la base de données associée au système expert est enrichie de règles concernant l'anatomie et la technique chirurgicale correspondante.



FIGURE 1

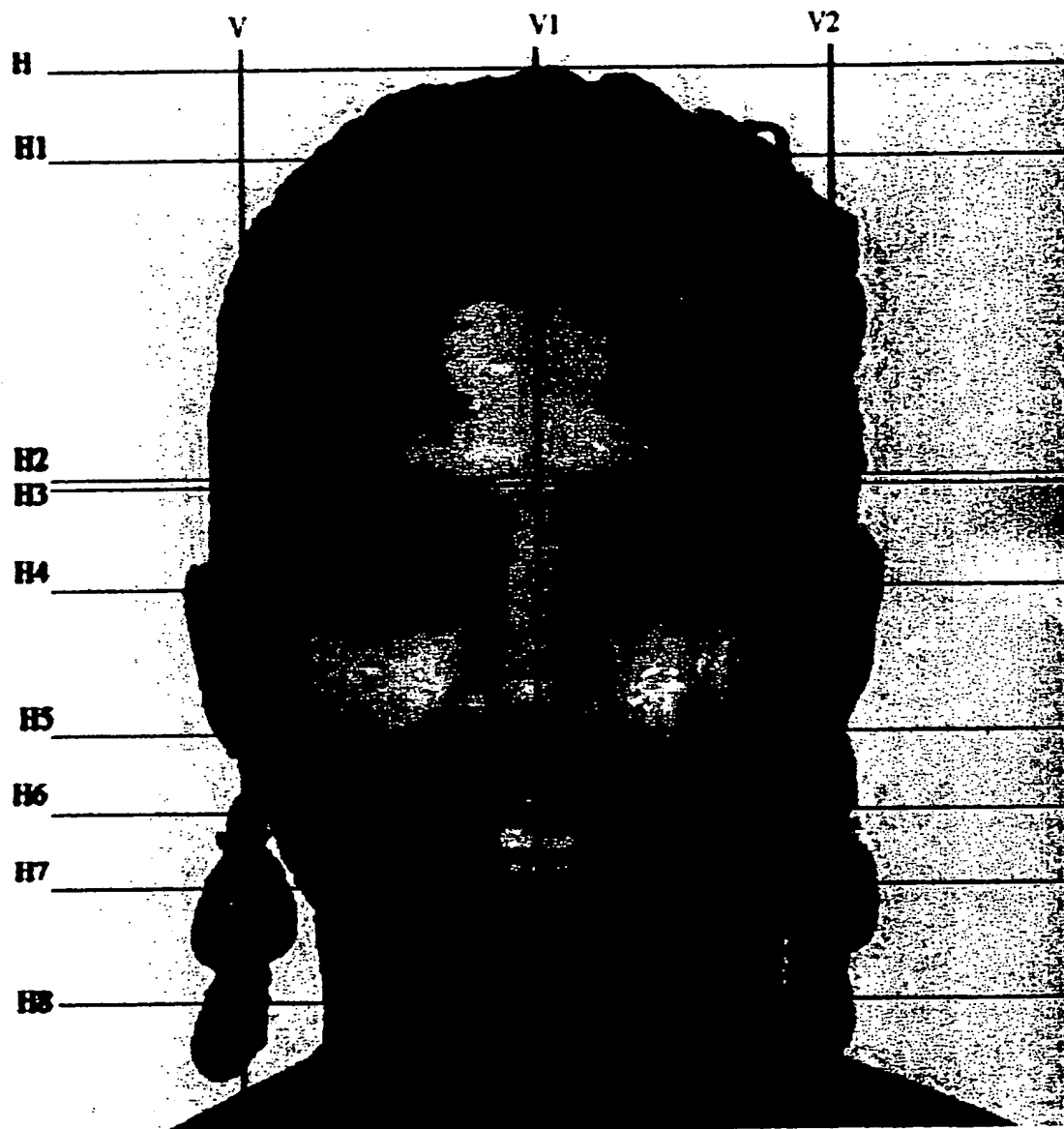


FIGURE 2

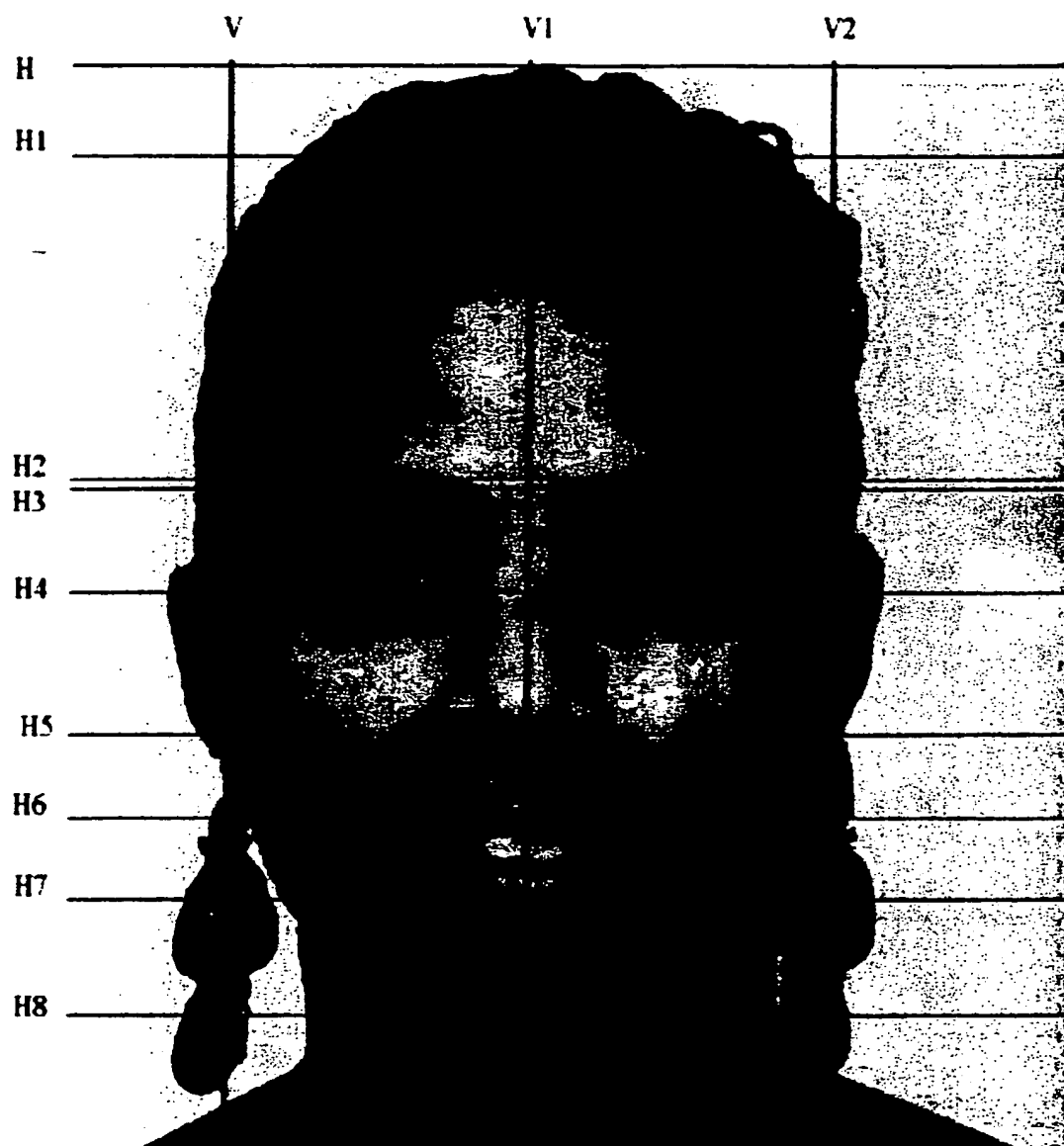


FIGURE 3



FIGURE 4

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 512586
FR 9415894

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	US-A-4 276 570 (BURSON ET AL) * colonne 2, ligne 43 - ligne 64 *	1,2,4,5
A	EP-A-0 226 959 (HORI KITA, TSUKASA) * page 4, ligne 31 - ligne 38 * * page 4, ligne 57 - page 5, ligne 10 *	1,4,5
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 17, no. 326 (P-1560) 21 Juin 1993 - & JP-A-05 035 827 (MIKI KK) 12 Février 1993 * abrégé *	1-3
A	PATTERN RECOGNITION, vol.26, no.12, Décembre 1993, UK pages 1739 - 1755 CHOW G. & XIAOBO LI 'Towards a System for Automatic RFacial Feature Detection.' * page 1741, alinéa 2.1 * * page 1742, alinéa 3.1 *	1,2
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		G06T
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur
17 Août 1995		Gonzalez Ordenez, O
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
<p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document introductif</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.